

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA

RAPHAEL PADILHA PEDROTI

**MANUTENÇÃO 4.0: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO COM A
FINALIDADE DE REDUZIR O TEMPO DA MANUTENÇÃO**

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES

2023

RAPHAEL PADILHA PEDROTI

**MANUTENÇÃO 4.0: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO COM A
FINALIDADE DE REDUZIR O TEMPO DA MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Espírito Santo de Cachoeiro De Itapemirim, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Gustavo Henrique Amaral.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES

2023

(Biblioteca do Campus Cachoeiro de Itapemirim)

P372m Pedroti, Raphael Padilha.

Manutenção 4.0: desenvolvimento de aplicativo com a finalidade de reduzir o tempo da manutenção / Raphael Padilha Pedroti. - 2023.
31 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Gustavo Henrique Amaral

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cachoeiro de Itapemirim, Engenharia Mecânica, 2023.

1. Engenharia Mecânica - manutenção. 2. Máquinas - manutenção e reparos. 3. Software de aplicação - desenvolvimento. I. Amaral, Gustavo Henrique. II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 621.816

Bibliotecário/a: Jacqueline Machado Silva CRB-ES nº 640

Raphael Padilha Pedroti

**Manutenção 4.0: Desenvolvimento de aplicativo com a finalidade de
reduzir o tempo da manutenção**

Trabalho de Conclusão Final
apresentado à Coordenadoria do
Curso de Engenharia Mecânica do
Instituto Federal do Espírito Santo
como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em 05 de julho de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

Gustavo Henrique Barreto Amaral, Prof.
Msc. Engenharia Mecânica

Presidente da Banca - Orientador

Instituto Federal do Espírito Santo

Rogério Vicentini, Prof. Msc. Engenharia de Materiais

Membro da Banca

Instituto Federal do Espírito Santo

Dimisson Abreu Louzada, Prof. Msc.
Engenharia Mecânica

Membro da Banca

Instituto Federal do Espírito Santo



Emitido em 05/07/2023

FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 2/2023 - CAI-CCTE (11.02.18.01.08.02.09)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 05/07/2023 10:45)

DIMISSON ABREU LOUZADA
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAI-CCTE (11.02.18.01.08.02.09)
Matrícula: 1585490

(Assinado digitalmente em 05/07/2023 08:58)

GUSTAVO HENRIQUE BARRETO AMARAL
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAI-CCTE (11.02.18.01.08.02.09)
Matrícula: 2758534

(Assinado digitalmente em 05/07/2023 10:44)

ROGERIO VICENTINI
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR
CAI-CCTE (11.02.18.01.08.02.09)
Matrícula: 2506916

Visualize o documento original em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: **2**, ano: **2023**, tipo:
FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC, data de emissão: **05/07/2023** e o código de verificação: **71b55475c3**

RESUMO

A atividade de manutenção tem passado por muitas mudanças nos últimos anos em decorrência de diversos fatores, como: novas técnicas de manutenção, projetos mais complexos, importância da manutenção como função estratégica visando melhores resultados, o aumento do número e da diversidade de equipamentos, o avanço da tecnologia e sua influência sobre a manutenção. Nas empresas que acompanham essas mudanças, o homem de manutenção tem reagido rápido a essas mudanças demonstrando uma crescente conscientização de quanto uma falha no equipamento afeta a segurança e meio ambiente, impactando diretamente também na produtividade. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta para um melhor controle da manutenção através de registros de ordens executadas e procedimentos de manutenção, mapeamento das máquinas e equipamentos através de tagueamento (emissão de uma identidade para cada máquina e equipamento e sua localização na planta), sendo implantada em uma fábrica de conversão de papel em Cachoeiro de Itapemirim. A necessidade da otimização das intervenções da manutenção surgiu como uma oportunidade de desenvolver um aplicativo que interage com o sistema gerencial de planejamento de recursos da empresa permitindo a rastreabilidade das informações de forma mais rápida e fácil, visando reduzir o tempo de parada de máquina, ampliar a visão dos mantenedores e otimizar o tempo de correção dos problemas aumentando a disponibilidade e confiabilidade da manutenção.

Palavras-chaves: Produtividade. Manutenção. Rastreabilidade. Disponibilidade. Aplicativo. Confiabilidade. Tagueamento.

ABSTRACT

The maintenance activity has gone through many changes in the last years due to several factors, such as: new maintenance techniques, more complex projects, the importance of maintenance as a strategic function aiming at better results, the increase in the number and diversity of equipment, the advance of technology and its influence on maintenance. In companies that follow these changes, the maintenance man has reacted quickly to these changes, demonstrating a growing awareness of how much an equipment failure affects safety and the environment, also directly impacting productivity. In this context, this work has as objective to present a proposal for a better control of the maintenance through registers of executed orders and maintenance procedures, mapping of machines and equipments through tagging (emission of an identity for each machine and equipment and its localization in the plant), being implanted in a paper converting plant in Cachoeiro de Itapemirim. The need to optimize the maintenance interventions arose as an opportunity to develop an application that interacts with the management system of the company's resource planning, allowing the traceability of the information in a faster and easier way, aiming to reduce the machine downtime, expand the vision of the maintainers and optimize the correction time of the problems, increasing the maintenance availability and reliability.

Keywords: Productivity. Maintenance. Traceability. Availability. Reliability. tagging. Application.

Lista de Figuras

Figura 1 – Evolução do setor de manutenção.....	12
Figura 2 – Da matéria prima ao produto acabado.....	16
Figura 3 – Leitura de bases do excel extraídas do SAP.....	25
Figura 4 – Interface inicial do aplicativo.....	26
Figura 5 – Informações indexadas na TAG.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO DO TRABALHO	9
3. OBJETIVO ESPECÍFICO	10
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4.1. CONCEITO DE MANUTENÇÃO	11
4.2. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	12
4.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO	15
4.4. ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO	16
4.5. INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA NO SETOR DA MANUTENÇÃO	17
4.6. INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA PARA A MANUTENÇÃO	17
4.7. MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0	18
4.8. FERRAMENTAS E MÉTODOS TECNOLÓGICOS	20
4.8.1. O QUE É ERP?	20
4.8.1.1. SISTEMA SAP	21
5. MATERIAIS E MÉTODOS	22
5.1. MATERIAIS	22
5.1.1. FERRAMENTA EXCEL	22
5.1.2. PLATAFORMA MICROSOFT SHAREPOINT	23
5.1.3. PLATAFORMA MICROSOFT POWER APPS	23
5.1.4. PLATAFORMA MICROSOFT POWER AUTOMATE	24
5.2. METODOLOGIA	24
5.2.1. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO M4.0	25
5.2.2. ATUALIZAÇÃO DO APLICATIVO	27
5.2.3. COMO OPERAR	27
5.2.4. CUSTO	27
6. CONCLUSÃO	28
6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

Para que uma empresa se torne competitiva no mercado, é necessário que todas as áreas sejam capazes de realizar entregas sem cometer erros e com qualidade, para que assim sejam gerados os benefícios e lucros esperados. Além disso, é importante a definição de estratégias onde forneça à empresa a possibilidade de produzir cada vez mais, com recursos cada vez mais otimizados.

Com isso, tem-se o entendimento que está ligado diretamente com o novo conceito de produtividade na manutenção, sendo esta uma área de extrema importância para o crescimento da indústria, quando uma vez eficaz, aumenta a disponibilidade de máquinas e, conseqüentemente a produção. Este conceito visa um número menor de atividades da manutenção, com recursos cada vez mais otimizados, com uma nova visão sobre a antiga definição de “fazer mais com menos”. (TELLES, 2017).

A disponibilidade é uma das medidas de performance mais importantes da manutenção, senão a mais importante, tendo como desafio a minimização das falhas prematuras. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Nesse cenário, a Manutenção deve ser competitiva, porque as organizações também precisam ser para sobreviver. A manutenção deve atuar de forma integrada com as demais áreas, dessa forma, a organização mantém os seus processos em sintonia e se torna competitiva. (FREITAS, 2016).

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 9):

A Manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las (KARDEC; NASCIF, 2009).

As atividades de manutenção têm objetivo de evitar a degradação dos equipamentos e instalações, que o mal uso e o desgaste natural causam. As degradações podem se manifestar como perdas de desempenho, paradas da

produção, fabricação de produtos de má qualidade, poluição ambiental, entre outros. Essas manifestações tem uma grande influência negativa na qualidade e produtividade, e acabam colocando em risco a sobrevivência da empresa. Isso mostra que o gerenciamento da manutenção é importante para a melhoria da produtividade, gerando ganhos potenciais (XENOS, 1998).

Uma pesquisa realizada sobre o Investimento na Indústria 2021-2022, da Confederação Nacional da Indústria (CNI), mostra que 79% das grandes indústrias realizaram investimentos em 2021, o maior percentual desde 2014. O valor representa um aumento importante em comparação com 2020, quando 69% dos grandes industriais investiram. De acordo com a pesquisa, houve ainda redução na frustração dos planos de investimento: 62% das empresas executaram seu plano conforme o planejado. Em 2020, o percentual foi de 47%. (MARTINS, 2022).

Os três principais tipos de investimentos foram em: aquisição de novas máquinas e equipamentos, seguidos da desembolsos para a manutenção ou atualização de máquinas e equipamentos e, por fim, melhoria da planta, fábrica ou armazém. (MARTINS, 2022).

Esses valores mostram uma importância significativa da área, comprovando que a manutenção não pode ser simplesmente tratada como uma simples atividade de reparo. A manutenção é uma área estratégica da empresa, e não apenas operacional, contribuindo efetivamente para a excelência empresarial e para o equilíbrio entre gestão e técnica. (FREITAS, 2016).

2. OBJETIVO DO TRABALHO

O projeto desenvolvido e citado neste trabalho foi criado com o objetivo de fornecer à manutenção, acesso a um banco de dados importante sobre o equipamento através de um aplicativo acessado por um QR Code. Este método facilitará as intervenções nas máquinas, aumentando a qualidade da execução, reduzindo o tempo de reação da ocorrência, e conseqüentemente o tempo de parada de máquina, o que faz aumentar a confiabilidade da equipe de manutenção da empresa.

Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de demonstrar a importância do avanço da tecnologia e sua influência na execução da manutenção em máquinas automatizadas, otimizando as atividades com recursos cada vez mais eficientes.

Além disso, espera-se que ocorra a automatização de procedimentos da manutenção evitando ou diminuindo a ocorrência de falhas humanas no gerenciamento e controle da manutenção reduzindo o tempo de parada de máquina, aumentando a produção e assim, contribuindo para uma maior confiabilidade da manutenção.

3. OBJETIVO ESPECÍFICO

O aplicativo desenvolvido pelo autor visa fornecer à empresa maior confiabilidade nos processos da manutenção através da otimização do tempo em intervenções.

Além disso, facilitar a rastreabilidade de dados importantes para ter melhor visão do estoque, centro de custo responsável por local de instalação identificado por Tag's, entre outros benefícios para o time da manutenção da empresa descritos na metodologia.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para entender o contexto em que nasceu o presente trabalho, aqui será abordado o conceito de manutenção, a importância do gerenciamento, a evolução ao longo dos anos, tipos e classificações, e a conexão entre a manutenção e a influência da tecnologia no setor, contribuindo com o crescimento na qualidade dos serviços executados, na confiabilidade e na produtividade da mão de obra.

A forma como deve ser gerenciada a manutenção deve ser moderna e atual, pensando e agindo estrategicamente sustentada por uma visão de futuro e regida pelo processo de gestão e deve contribuir efetivamente para a eficácia do processo produtivo e a satisfação plena de seus clientes. Pinto e Xavier, 2001).

Segundo Pinto & Xavier (2011), para analisar a mantenabilidade de um equipamento

deve-se levar em conta alguns requisitos básicos que possibilitará uma melhor análise de disponibilidade de máquina, materiais e sobressalentes, procedimentos de execução e outros indicadores. Estes requisitos são: Requisitos qualificados; Requisitos quantificados; Suporte logístico; Capacitação do pessoal de manutenção.

Anteriormente, como bem descrito por Tavares (1999), em 1914 a manutenção era executada pelo próprio pessoal da operação tendo uma importância secundária.

Com o avanço da tecnologia, a entrada de maquinários cada vez mais automatizados e programados para produção intensa, substituiu grande parte do trabalho que era realizado manualmente por conta da modernização dos processos. Surge então uma necessidade de acompanhar de maneira precisa e assertiva o funcionamento das máquinas tentando prever e neutralizar uma possível falha, aumentando a disponibilidade das máquinas resultando em uma maior produtividade para a empresa e também, conseqüentemente uma maior confiabilidade para o setor de manutenção.

Dessa forma, segundo Moubrey (2000), o gerenciamento da manutenção foi uma das áreas administrativas que mais evoluiu nos últimos vinte anos, devido principalmente à esse aumento da grande diversidade e complexidade dos itens físicos e novos enfoques das responsabilidades da manutenção na indústria.

4.1. CONCEITO DE MANUTENÇÃO

A NBR 5462-1994 define o termo manutenção como "a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou relocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida."

O setor de manutenção desempenha um papel extremamente importante na melhoria da produtividade de uma empresa, ou seja, os ganhos potenciais com a melhoria de seu gerenciamento somam-se ao bom desempenho das máquinas.

A manifestação das degradações das máquinas e equipamentos têm uma forte influência negativa na produtividade de uma empresa e na qualidade de seu produto,

principalmente em empresas que os equipamentos desempenham papel fundamental na produção, colocando em risco a sobrevivência da empresa.

4.2. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Gestão da manutenção é, então, o processo de supervisionar o funcionamento regular e permanente de recursos técnicos, máquinas, equipamentos e ferramentas, evitando quebras e paradas na produção, desperdício de dinheiro em procedimentos ineficientes e garantindo a qualidade dos produtos. (PLUCINSKI, 2020). Na figura 1 pode-se acompanhar como foi a evolução do setor de manutenção.

Figura 1 – Evolução do setor de manutenção.

SÉCULO XIX	Surgimento com a Revolução Industrial devido a necessidade de <u>reparar equipamentos</u> .
Até o início do século XX (1914)	Importância secundária e executada pelo próprio efetivo de operação, com <u>ênfase em consertar equipamentos</u> .
I GUERRA MUNDIAL	Com o início da produção seriada, surgem as primeiras equipes de reparo. Início da <u>organização da manutenção corretiva</u> .
II GUERRA MUNDIAL	Necessidade de prevenir a ocorrência de falhas. - Surge a <u>manutenção preventiva sistemática</u> .
Década de 50	Esforço pós guerra e surgimento da indústria de aviação e eletrônica, surge também a <u>Engenharia de Manutenção</u> realizando planejamento controle e análise de causa e efeito das falhas.
Década de 60	Com o advento do computador a ênfase passa a ser a <u>prevenção de falhas e otimização de equipamentos</u> .
Década de 80	Com o uso de micro computadores surgem os sistemas informatizados de controle da manutenção e a ênfase passa a ser a <u>prevenção de manutenção</u> , isto é, a terotecnologia.
Atualmente	Ênfase na prevenção da manutenção pelo uso de técnicas preditivas, aumento da confiabilidade, melhoria do projeto e engenharia da manutenção

Fonte: Moura (1999).

Antes de compreender quais os tipos existentes de manutenção, é necessário entender quais as suas principais funções e seus benefícios. Dessa forma, é possível compreender como cada um dos modelos pode contribuir para que a empresa opere de forma eficiente e lucrativa alcançando os resultados almejados.

Basicamente, o objetivo ou principal função da manutenção industrial é prevenir

possíveis falhas em máquinas e equipamentos e, quando elas ocorrem, eliminá-las antes que causem graves prejuízos para a indústria.

A gestão da manutenção industrial é uma área que pode ainda evoluir muito no Brasil e permitir substanciais diminuições de custos e aumento da produtividade de uma empresa através da entrega de maior disponibilidade de máquina.

Com o desenvolvimento tecnológico influenciando na complexidade das máquinas e equipamentos a manutenção industrial apresentou diversas fases acompanhando esse desenvolvimento para que a produção fosse cada vez maior e com melhor qualidade.

A evolução da manutenção industrial pode ser dividida em seis fases. A primeira fase corresponde à Pré-Revolução Industrial (Século XVIII). Nessa fase não existiam equipes dedicadas à atividade de manutenção. O próprio operador, que na maioria das vezes era o dono da máquina, também era o responsável pela sua construção e manutenção. As máquinas não eram complexas (um moinho acionado por um eixo árvore acoplado a uma roda d'água, por exemplo, com reparo relativamente simples). A parada destas máquinas não causava grandes problemas e sua participação na economia era relativamente pequena. (ZAIONS, 2011)

A segunda fase compreende o surgimento das primeiras equipes de manutenção (Século XIX). Essa época corresponde ao surgimento das primeiras grandes invenções que revolucionaram a vida da humanidade: eletricidade, máquinas a vapor e motores. A complexidade das máquinas começou a aumentar, exigindo pessoal especializado e disponibilidade de recursos para execução da manutenção das máquinas. (ZAIONS, 2011)

A terceira fase é o período da Manutenção Corretiva (1900 a 1920). No início do século XX, a manutenção começa a organizar-se com a Administração Científica, proposta por Henry Ford, na qual a produção em série (modelo T) necessitou de uma manutenção mais elaborada (TAVARES, 1999). A Primeira Guerra Mundial demonstrou a grande influência das máquinas no poder das nações. Surgiram as primeiras grandes indústrias que necessitaram garantir volumes mínimos de produção e, em consequência, sentiram a necessidade de criar equipes que

pudessem realizar reparos em máquinas operatrizes no menor tempo possível. Aparecem, então, os primeiros “Setores de Manutenção”, cujo enfoque era puramente corretivo.

A quarta fase corresponde à Manutenção Preventiva (1920 a 1950). A Segunda Guerra Mundial impulsionou a indústria aeronáutica, a qual se tornou um fator decisivo para o conflito. Os aviões são máquinas que praticamente não admitem defeitos, nascendo o conceito de prevenção na manutenção. Na indústria, a necessidade de aumento de rapidez de produção transformou a atividade de manutenção em uma estrutura tão importante quanto a de produção, surgindo a Manutenção Preventiva. (ZAIIONS, 2011). Estes foram os primeiros sinais da manutenção preventiva. Foi nesse momento que se percebeu a necessidade de planejar e então tentar se prevenir aos problemas do chão de fábrica. Afinal, parar a linha de produção iria interferir diretamente na capacidade produtiva da fábrica. Por isso, era preciso evitar a quebra de todas as formas possíveis.

A quinta fase é denominada de Racionalização (1950 a 1970). Durante a década de 1950, com o desenvolvimento da indústria para atender às necessidades pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, surge a “Engenharia de Manutenção”, encarregada de planejar e controlar a Manutenção Preventiva, além de efetuar a análise da causa e do efeito das falhas.

A partir dos anos 1960, com o desenvolvimento da Engenharia da Confiabilidade, Engenharia Econômica e Estatística e devido ao aperfeiçoamento dos sistemas de informação e de controle e o surgimento dos computadores, a manutenção passou a adotar critérios de previsão de falhas. As condições de funcionamento das máquinas passaram a ser inspecionadas e monitoradas regularmente, de modo a prever o fim de sua vida útil. Surge a Manutenção Baseada na Condição ou a Manutenção Preditiva, como é conhecida atualmente (TAVARES, 1999). A crise do petróleo, matéria-prima fundamental para os processos industriais, gera grande impacto nos custos de produção.

A sexta fase corresponde à Manutenção Produtiva Total (1970 até hoje). A globalização aumenta a concorrência entre as indústrias e novas técnicas de controle de qualidade geram produtos de elevado desempenho. As empresas que

não acompanham o desenvolvimento tecnológico não conseguem sobreviver. A manutenção torna-se uma importante ferramenta para a melhoria da produtividade. (ZAIIONS, 2011).

4.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

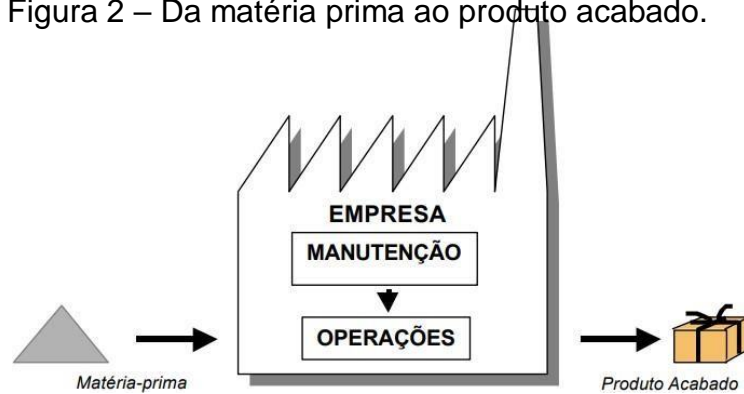
A manutenção é o setor da empresa responsável por garantir disponibilidade de seus equipamentos para que a empresa opere com máxima capacidade de modo confiável com menor custo possível e com segurança.

Representa a garantia do funcionamento de máquinas e equipamentos conforme requisistos operacionais estabelecidos contribuindo para a garantia da qualidade dos produtos por evitar a geração de produtos não conformes devido ao mal funcionamento dos equipamentos. (MOURA, 1999)

Além de entregar maior tempo de máquina fazendo com que o time de manutenção garanta confiabilidade, sem paradas não programadas, uma boa gestão da manutenção é medida pela sua eficiência, onde a manutenção é a adequada a empresa pode usar melhor seus recursos com custos menores.

A manutenção, como demonstrada na figura 2, é uma função do sistema empresarial que apoia a atividade produtiva onde assegura que os equipamentos funcionem pelo máximo de tempo possível e com a capacidade prevista. Tem como cliente interno a operação da empresa prestando serviços envolvendo inspeção do estado dos equipamentos, substituição de componentes desgastados ou com vida vencida e conserto dos equipamentos.

Figura 2 – Da matéria prima ao produto acabado.



Fonte: Moura, 1999.

4.4. ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

A Engenharia da Manutenção, para ser aplicada adequadamente, precisa de informações das ocorrências, especialmente em relação às falhas dos equipamentos. Não se trata de opinião ou palpite para fazer uma ou outra modificação no equipamento. É feita pela análise de informações relativas às ocorrências nos equipamentos, envolvendo um grupo multidisciplinar para estudo de modificações e melhorias nos equipamentos. Precisa estar bastante fundamentadas em termos informações financeiras, sobre custo de manutenção, pois as ações decorrentes da Engenharia da Manutenção representam investimentos, sobre os quais deverá haver um retorno viável e não apenas aumentar os custos da empresa. (MOURA, 1999)

O maior desafio da manutenção é garantir que as máquinas e equipamentos funcionem por máximo de tempo possível sem falhar e desempenhe sua máxima capacidade de operação e para isso diversas ferramentas de análise, manutenções preventivas e detectivas são utilizadas além de uma boa gestão e planejamento.

Ate pouco tempo atrás, a manutenção era conceituada como planejamento e administração dos recursos para adequação à carga de trabalho esperada. (KARDEC; NASCIF, 2009).

O que se verifica, atualmente, é uma mudança no perfil estrutural das empresas dentro de um nítido enfoque em organização da manutenção como uma atividade estruturada da empresa traduzida por modificações na relação de empregados de cada área bem como no perfil funcional. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para que se tenha uma gestão mais eficiente, é necessário o acompanhamento dos indicadores de manutenção, sendo estes uma série de dados que mostram o desempenho da manutenção de uma empresa e permitem um gerenciamento eficaz por permitir uma visão real do cenário em que a empresa se encontra.

4.5. INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA NO SETOR DA MANUTENÇÃO

No âmbito da gestão interna, mais e mais indústrias concentram seus esforços no cumprimento e qualidade, dois fatores que levam à rastreabilidade, o que, além de facilitar o controle absoluto da qualidade, ajuda a gerenciar queixas, produtos danificados, ineficiências na produção e distribuição de responsabilidades. (TELES, 2017).

A rastreabilidade na Indústria 4.0 é definida como a capacidade de usar a Tecnologia da Informação para acompanhar os movimentos do produto, o que implica na aplicação de dispositivos digitais ao gerenciamento de ciclo de vida de produtos e transações, resultando em maior eficiência, funcionalidade de implantação de produtos e racionalização de gerenciamento de produção corporativa. (TELES, 2017).

4.6. INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA PARA A MANUTENÇÃO

O investimento em novas tecnologias garante disponibilidade e confiabilidade dos ativos industriais, sendo essencial para o aumento da produtividade da empresa.

Pensando nisso, atualmente é indispensável a utilização de ferramentas avançadas que possibilitam a coleta e análise de dados de serviços e sistemas para uma melhor tomada de decisão, otimização do tempo de intervenções, e a detecção do tempo médio entre falhas apoiando na criação de planos de manutenção ou até mesmo ajudando a prever as falhas que possam interferir na linha de produção, possibilitando a simulação de cenários.

O maior desafio hoje para a manutenção está em, ao mapear e monitorar os ativos, identificar entre vários alertas automatizados sobre anomalias dos equipamentos quais realmente são críticos e quais precisam de uma ação imediata.

O PCM (Planejamento e Controle de Manutenção) por sua vez, deve-se adequar ao novo conceito de fazer menos com cada vez menos recursos caso tenha interesse em se manter um setor competitivo, estratégico e alinhado com os objetivos globais. (TELES, 2017).

Entre as décadas de 1970 e 1980, a Terceira Geração da Manutenção surgiu, trazendo o conceito de Manutenção Preditiva e demais técnicas que visavam um ambiente proativo. Ou seja, identificar e quantificar a falha potencial, e atuar o mais próximo possível da falha potencial. Com isso, os custos de manutenção puderam ser reduzidos. Uma vez que paramos de atuar de tempos em tempos (Manutenção Preventiva) e passamos a atuar com base na condição do equipamento (Manutenção Preditiva), fazendo apenas aquilo que é realmente necessário para manter nosso ativo. Agora, estamos na Quarta Revolução Industrial, e junto vem a Quarta Geração da Manutenção, que visa trazer uma infinidade de novos conceitos para suportar essa nova fase da indústria. (TELES, 2017).

4.7. MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

O termo indústria 4.0 está diretamente relacionado com tecnologias de automação industrial e aplicação da inteligência artificial. Além disso, também

estão presentes os sistemas de big data, internet das coisas e robótica, dentre muitos outros. (ABECOM, 2021).

A indústria 4.0 mudou a ênfase em manutenção industrial de preventiva para preditiva, ou seja, o foco é identificar fontes potenciais de falhas e evitar que venham a ocorrer. (ABECOM, 2021).

As mudanças na manutenção industrial 4.0 são muitas provenientes dos avanços tecnológicos da quarta revolução industrial. Neste sentido, podemos considerar que os principais aspectos estão relacionados com os seguintes pontos: Previsibilidade de falhas, aumento da produtividade da manutenção, diminuição dos custos de manutenção e desenvolvimento técnico da equipe. (ABECOM, 2021).

O PCM é um setor que está há mais de 70 anos atuando e desde então, não tem passado por atualizações significativas. O maior marco referente à atualização do PCM proveniente dos avanços tecnológicos segundo Telles (2017, p. 55) foi a informatização, que aconteceu há mais de 40 anos. Antes tudo era feito e controlado manualmente, com uso de papel e caneta. Desde a criação de planos de manutenção, controle de ordens de serviços, cálculo de indicadores, tudo era feito na mão.

Com a informatização, foram introduzidos softwares para gestão da manutenção e esses softwares automatizaram algumas ações, evitando a ocorrência de falhas humanas na gestão e controladoria da manutenção. (TELES, 2017).

As mudanças que chegarão ao PCM, influenciados pela indústria 4.0 podem ser resumidas em quatro pontos: Total previsão de falhas, elevação da produtividade da manutenção, redução dos custos de manutenção, desenvolvimento técnico da equipe. (TELES, 2017).

A modernização do controle de manutenção tem provocado diversos ganhos para as empresas que vão além do aumento da produtividade. O avanço da tecnologia impulsionou a criação de métodos e ferramentas que possibilitam a otimização do trabalho e aumento da produtividade colocando a empresa à frente da concorrência.

4.8. FERRAMENTAS E MÉTODOS TECNOLÓGICOS

É necessário definir estratégias claras e objetivas para manter a disponibilidade dos ativos de uma empresa, considerando os tipos de reparos necessários e as particularidades de cada setor.

Como as empresas são divididas em vários departamentos diferentes, surgiram métodos tecnológicos para gerir o empreendimento da maneira mais adequada, um exemplo é o ERP.

Muitas empresas estão adotando sistemas ERP por causa da incapacidade dos departamentos de tecnologia de realizar a integração entre os sistemas existentes e outros motivos que existem e estão ligados diretamente a competitividade no mercado. (PADILHA, 2005).

4.8.1. O QUE É ERP?

A sigla ERP – Enterprise Resource Planning traduzida literalmente, significa “Planejamento dos Recursos da Empresa”, o que pode não refletir a realidade de seus objetivos. (PADILHA, 2005).

Pode-se dizer que o ERP é um sistema integrado, que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa, sob uma única base de dados. É um instrumento para a melhoria de processos de negócios, como a produção, compras ou distribuição, com informações on-line e em tempo real. (PADILHA, 2005).

Os sistemas ERP fornecem rastreamento e visibilidade global da informação de qualquer parte da empresa e de sua Cadeia de Suprimento, o que possibilita decisões inteligentes. (PADILHA, 2005).

Estes sistemas, também chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Todas as transações

realizadas pela empresa devem ser registradas para que as consultas extraídas do sistema possam refletir o máximo possível a realidade. (PADILHA, 2005).

4.8.1.1. SISTEMA SAP

Com sede em Walldorf, Alemanha, a empresa SAP foi lançada na década de 1970, em Mannheim, Alemanha, adotando como nome Systems Applications and Products in Data Processing (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados). Foi lançada por cinco ex-empregados da IBM, com uma visão de desenvolver um software para processos de negócios em tempo real. Em dezoito meses foi criado o sistema R, sendo renomeado para R/1, em seguida para R/2 e R/3. (VIEIRA, 2014).

Uma década depois já se via um crescimento muito grande da empresa, tendo como cliente cinquenta indústrias alemãs, sendo elas uma das maiores da Alemanha. Com esse crescimento a SAP começa a se preocupar com diferentes idiomas e moedas. No meio dessa década ela inaugura sua primeira organização de vendas, na Áustria. Toma um forte impulso, com a abertura de subsidiárias, sendo elas na Dinamarca, Suécia, Itália e Estados Unidos. A subsidiária brasileira surgiu na década de 90, compartilhando o sucesso do grupo. (VIEIRA, 2014).

O SAP é um software de gerenciamento de empresas integrado que busca alcançar da melhor forma possível, alguns objetivos pré-definidos de recursos corporativos. É de qualidade mundialmente reconhecida, destinado a atender aos principais requisitos de software das mais exigentes empresas de médio e grande porte, de todos os setores e mercados verticais, em qualquer país do mundo. (VIEIRA, 2014).

A implantação de um software de manutenção faz parte do processo de modernização de uma empresa. Além dos métodos tecnológicos citados, é comum a utilização de diversas ferramentas para controle da manutenção que auxiliarão também na gestão dos ativos da empresa, aumentando a produtividade e confiabilidade do setor.

No próximo capítulo serão citados os materiais (ferramentas), utilizados para criação e desenvolvimento do aplicativo de manutenção M4.0.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será discorrido como a ferramenta desenvolvida foi estruturada, atualização, formas de acesso ao aplicativo e o custo, demonstrando os benefícios da utilização dessa nova ferramenta para a equipe de manutenção da empresa.

5.1. MATERIAIS

Para a estruturação, desenvolvimento e aplicação do aplicativo, foi utilizado uma ferramenta bastante conhecida e utilizada nas empresas chamada Excel, para realizar a interação com o SAP, neste caso sendo o ERP responsável por gerenciar a empresa em questão.

Além disso foram utilizadas plataformas para criar banco de dados estruturados, armazenar, montar o aplicativo de acordo com as informações necessárias e criar um fluxo de atualização automático para agilizar o processo de geração dos dados no aplicativo mais rápido e eficiente, são elas: SharePoint, Power Apps e Power Automate.

5.1.1. FERRAMENTA EXCEL

O Excel é um programa de folha de cálculo, o que significa que ele foi projetado para permitir que você execute uma infinidade de operações com dados organizados em uma grade usando fórmulas e funções de Excel. Além disso, o Excel é um software de informática desenvolvido pela empresa de tecnologia Microsoft, que faz parte do pacote Microsoft Office. Este programa permite

realizar tarefas e organizar dados de programação, finanças, contabilidade, entre muitos outros tipos. (OLIVEIRA, 2022).

Essencialmente, é um programa que facilita o trabalho com números, já que nos permite analisá-los facilmente para gerar relatórios com ferramentas avançadas e funções de uma folha de cálculo, tais como gráficos e tabelas dinâmicas. Com o Excel você pode armazenar uma grande quantidade de dados, gerenciá-los e atualizá-los, portanto, saber como usar as fórmulas e funções avançadas ajudará ao correto funcionamento e controle da sua empresa. (OLIVEIRA, 2022).

5.1.2 PLATAFORMA MICROSOFT SHAREPOINT

O Sharepoint online é uma ferramenta na nuvem que integra o pacote de soluções Microsoft 365. É ideal para gerenciamento e compartilhamento de documentos, conteúdos e fortalecer a colaboração entre equipes de forma simplificada. Tudo isso com acesso através de qualquer dispositivo com conexão à internet. (MAIA, 2022).

Com o Sharepoint, podemos criar sites de intranet com páginas, listas e bibliotecas de documentos. Com foco em gerenciamento de equipes ou criação de portais de notícias. O gerenciamento e compartilhamento das informações acontece com segurança e os acessos ficam restritos. Por isso, ficam disponíveis apenas para integrantes permitidos da organização. (MAIA, 2022).

Os sites do Sharepoint suportam uma grande quantidade de acessos e um grande volume de arquivos e interações com seus recursos. Nas bibliotecas do Sharepoint podemos armazenar uma série de documentos e informações para as equipes do Microsoft 365. Esses documentos são gerenciados com a possibilidade de definirmos quem pode ter acesso e editar, e quem não pode. (MAIA, 2022).

5.1.3 PLATAFORMA MICROSOFT POWER APPS

Reconhecido em 2020 pela Gartner como a plataforma de low-code líder de mercado, a plataforma possibilita criação de aplicações web e para dispositivos móveis utilizando pouca lógica de programação e muitos componentes prontos para uso, além disso integra várias ferramentas da sua proprietária Microsoft, como o SharePoint, Power Automate, Office 365, além de possibilitar conexão com dados de terceiros, possuindo um modelo de governança estruturado. (GOMES, 2021).

5.1.4. PLATAFORMA MICROSOFT POWER AUTOMATE

O Power Automate é o software da Microsoft, para automatizar fluxos de trabalho e processos de negócio e TI. Com ele, você consegue criar automações dentro de aplicativos, plataformas SaaS (Software como Serviço) e até mesmo no seu desktop. (LEARNING, 2022).

A automação robótica de processos (RPA) trata-se de uma iniciativa que visa otimizar tarefas repetitivas simples ou complexas. Para isso, você utiliza robôs que funcionam com modelos de inteligência artificial, além de softwares especializados, como o Power Automate, que interagem com qualquer sistema. Dessa forma, é possível tirar das mãos dos profissionais as atividades que podem ser feitas por máquinas, para realocar esse tempo em outras demandas primordiais. (LEARNING, 2022).

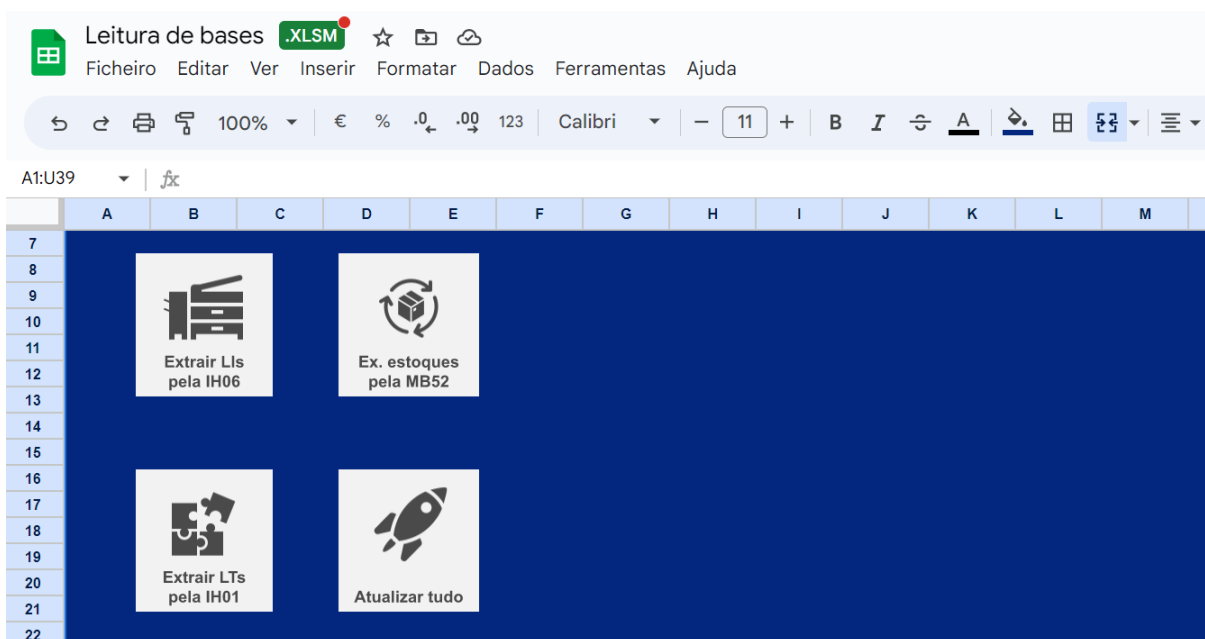
5.2. METODOLOGIA

A ferramenta é um aplicativo que foi desenvolvido para otimização das intervenções da manutenção nas máquinas, com objetivo principal de reduzir o tempo de parada de máquina por manutenção.

As informações visíveis no aplicativo são carregadas diretamente do SAP para uma planilha tabelada no EXCEL.

Os dados, como mostrados na figura 3, são extraídos do SAP e gerados no EXCEL de forma automatizada, utilizando botões desenvolvidos no macro excel com um mecanismo de transformação e preparação de dados denominado Power Query, sendo este bastante utilizado nas empresas para auxiliar nos processos de automatização de planilhas facilitando o trabalho.

Figura 3 – Leitura de bases do excel extraídas do SAP



Fonte: Autor.

Essa planilha é carregada no SharePoint para que seja criado um banco de dados e, após isso é enviado e conectado ao PowerApps. Esta plataforma de dados permite que todos os dados trazidos do SharePoint sejam personalizados de acordo com a necessidade fornecendo funcionalidades avançadas de fluxo de trabalho. Todo esse fluxo é transmitido através de uma plataforma chamada PowerAutomate, para que assim seja otimizado o tempo de atualização do aplicativo.

521. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO M4.0

A tela inicial do aplicativo representada na figura 4, apresenta todos os locais de instalação (TAG) da máquina em que o aplicativo foi desenvolvido, para que sejam mapeadas todas as informações indexadas nele e filtradas por local de análise desejado.

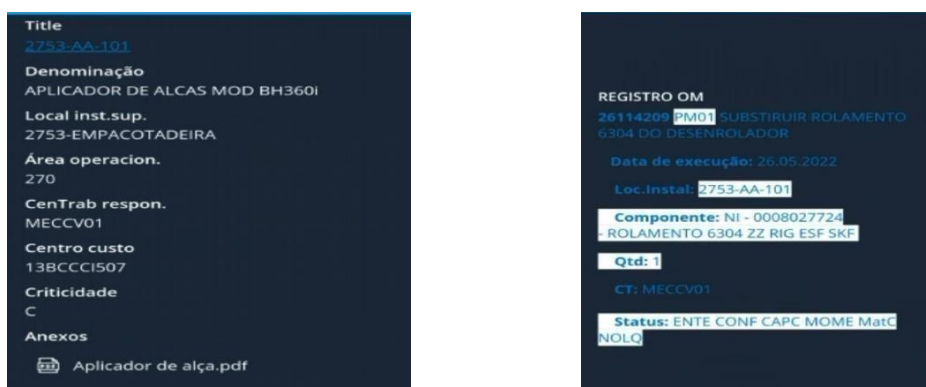
Figura 4 – Interface inicial do aplicativo



Fonte: Autor.

O aplicativo M4.0, conforme mostrado na figura 5, foi construído para gerar informações como: local de instalação (TAG), denominação do local, área operacional, centro de trabalho responsável, centro de custo, criticidade do item, manual do equipamento, registros de ordem com a data da execução para uma medição do MTBF, e os componentes pertencentes àquele local com a quantidade em estoque, melhorando a visibilidade.

Figura 5 – Informações indexadas na TAG



Fonte: Autor.

522. ATUALIZAÇÃO DO APLICATIVO

A atualização deve ser feita manualmente todos os dias nas trocas de turno, para que os dados alterados no sistema da empresa sejam modificados também no aplicativo fornecendo dados reais.

Com o fluxo estabelecido, essa atualização é fácil e rápida, uma vez que a transmissão dos dados do SAP é feita por um botão no excel, e após isso, atualizada na plataforma do PowerAutomate o aplicativo irá atualizar automaticamente.

523. COMO OPERAR

Esse aplicativo é acessado através de um Qr Code localizado na parte externa da máquina, permitindo que os mantenedores, ao intervir e verificar o local de instalação danificado, tenham acesso à informações importantes que auxiliarão na manutenção do ativo de forma mais rápida.

Ao abrir o aplicativo, uma lista de opções com as tags cadastradas da máquina no sistema é mostrada. Para acessar os dados indexados no aplicativo é necessário clicar no local de instalação desejado, e logo em seguida a tela exibirá os resultados.

524. CUSTO

O aplicativo desenvolvido se utiliza de plataformas que podem ser acessadas via internet, os dados são extraídos do próprio sistema gerencial da empresa, interagindo com o Excel que é um software da Microsoft muito utilizado e está presente na maioria das empresas. Dessa forma, é uma ferramenta de baixo custo para a empresa.

6. CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho é demonstrar a importância de se investir em tecnologia na manutenção e o impacto que isso pode gerar na produção, acompanhando o ritmo do desenvolvimento tecnológico da indústria 4.0.

Com o grande investimento das indústrias em máquinas e equipamentos e avanço em máquinas automatizadas citados nos capítulos de revisão bibliográfica deste trabalho, é possível perceber que as empresas investem mais no desenvolvimento de máquinas e equipamentos do que de softwares que auxiliariam a manutenção.

Sendo assim, o aplicativo foi desenvolvido com ferramentas de custo zero e úteis para atender às necessidades reais da equipe de manutenção, permitindo o acesso rápido às informações do SAP pelo Qr code.

A partir de pesquisas realizadas na empresa em questão, foram mapeados com os técnicos os principais dados pertinentes e escolhidos para compor o aplicativo, contribuindo para a melhoria da manutenção em intervenções, reduzindo o tempo de parada excessivo causado por dificuldade de acesso a essas informações.

Com base nisso, entendemos a importância do aplicativo e como este pode influenciar no tempo de execução da manutenção, reduzindo o desperdício de tempo que resultará em maior confiabilidade.

6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Carregar no aplicativo o manual do equipamento acessado por cada TAG específica;
- Gerar os indicadores de manutenção e apresentar em gráficos, para melhor gestão da engenharia;
- Implantar uma interface de interação com o usuário, possibilitando a abertura de notas de manutenção diretamente do aplicativo;
- Atualização automática do aplicativo pelo celular.

REFERÊNCIAS

ABECOM. **Manutenção Industrial 4.0: O que é e quais os benefícios para sua empresa.** 2021. Página eletrônica: <<http://www.abecom.com.br>>. Acesso em 02 jun. 2022.

MARTINS, Álef. **79% das grandes indústrias fizeram investimentos produtivos em 2021.** Economia, Brasília, 11 jul. 2022. Disponível em: <https://imprensa.portaldaindustria.com.br/releases/79-das-grandes-industrias-fizeram-investimentos-produtivos-em-2021/>. Acesso em: 18 out. 2022.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de Juiz de Fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica.** 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009.

MOUBRAY, JOHN. **Manutenção Centrada em Confiabilidade.** São Paulo: Aladon Ltda, 2000.

MOURA, M. L. **Planejamento Estratégico Estruturado em Tecnologia de Informação: Projeto ERP - Tigre,** Taubaté, 1999. Monografia – Universidade de Taubaté.

NETO, Emanuel Macedo. **Indicadores de Manutenção: Um estudo de caso em uma indústria de carcinicultura do Estado do Rio Grande do Norte.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

PLUCINSKI, Jean Cássio. **Evolução da Manutenção**. Somática Educar, 2020. Página eletrônica: <<http://www.somaticaeducar.com.br/evolucao-da-manutencao/>>. Acesso em 15 jun. 2022.

TAVARES, Lourival A. **Administração Moderna da Manutenção**, Rio de Janeiro, Novo Pólo Publicações e Assessoria Ltda, 1999.

TELES, Jhonata. **PCM 4.0: Planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0**. 1.ed. Brasília-DF: ENGELETES – Engenharia de Manutenção, 2017.

TERZONI. **TPM – Manutenção Produtiva Total**: Entenda mais sobre a estratégia. 2018. Página eletrônica: <<http://www.terzoni.com.br>>. Acesso em 15 jun. 2022.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Gestão da manutenção**. Joaçaba: Unoesc virtual, 2011.

PADILHA, T. C. C.; MARINS, F. A. S. **Sistemas ERP: características, custos e tendências**. *Production*, v. 15, n. 1, p. 102–113, 2005.

VIEIRA, Evair Daniel. **SISTEMA ERP SAP: integrações entre sistemas**. 2014. TCC (Bacharelado) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, [S. I.], 2014. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111330478.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2023

OLIVEIRA, José. **O que é o Excel e para que serve?: O programa obrigatório para o mundo do trabalho.** O que é o Excel e para que serve?, [S. l.], p. 1-1, 11 fev. 2022. Disponível em: <https://www.crehana.com/pt/blog/brasil/excel-para-que-serve/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

MAIA, Filipe. **SharePoint: saiba tudo sobre a ferramenta da Microsoft.** -, [S. l.], p. 1-1, 11 mar. 2022. Disponível em: <https://www.leansolutions.com.br/blog/sharepoint/#>. Acesso em: 12 abr. 2023.

GOMES, Rodrigo Dos Santos. **Ambiente de desenvolvimento low-code: estudo de caso da utilização da ferramenta microsoft power apps na empresa ferrovias tereza cristina para o desenvolvimento de soluções.** -, [S. l.], p. 1-20, 8 jul. 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/14450/1/ARTIGO_CIENTIFICO_RODRIGO_DOS_SANTOS_GOMES.pdf. Acesso em: 10 maio 2023.

LEARNING, Niteo. **O que é Microsoft Power Automate?. Economize tempo e dinheiro com o Power Automate!** Use inteligência artificial para automatizar todos os processos, Internet, 27 out. 2022. Disponível em: https://niteolearning.com/blog/prepare-se-para-hiperautomacao-com-power-automate/?utm_source=g&utm_medium=cpc&utm_content=659909476275&utm_campaign=20198752451&utm_term=150955409193&gclid=CjwKCAjwvpCkBhB4EiwAujULMvEt_YBxZqSQEsSQtvIkIZRLfD-0RtIdfTACzQnCAcNLRB3qXwFLPRoCR8kQAvD_BwE. Acesso em: 4 abr. 2023.